การศึกษาเปรียบเทียบค่าสัดส่วนอีควิลิเบรทเคทีต่อวี ของวิธีเรทอัสจัสเมนต์กับวิธีการคำนวณจากน้ำยาไดอะลัยซิส

นาย ธนิต จิรนันท์ธวัช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ภาควิชาอายุรศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-746-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19335106

COMPARATIVE STUDY OF EQUILIBRATED KT/V OF RATE ADJUSTMENT METHOD TO MODIFIED DIRECT DIALYSATE QUANTITATIVE METHOD

Mr. Thanit Chirananthavat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Medicine

Department of Medicine

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-331-746-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาเปรียบเทียบค่าสัดส่วนอีควิลิเบรทเคทีต่อวี ของวิธีเรทอัสจัสเมนต์กับวิธีการคำนวณจากน้ำยาไดอะลัยซิส
โดย	นาย ธนิต จิรนันท์ธวัช
ภาควิชา	อายุรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ นายแพทย์ เกรียง ตั้งสง่า
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สมชาย เอี่ยมอ่อง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ พินิจ กุลละวณิชย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ เกรียง ตั้งสง่า)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สมชาย เอี่ยมอ่อง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ นายแพทย์ ยิ่งยศ อวิหิงสานนท์)

ธนิต จิรนันท์ธวัช : การศึกษาเปรียบเทียบค่าสัดส่วนอีควิลิเบรทเคทีต่อวีของวิธีเรทอัสจัสเมนต์กับวิธีการคำนวณจากน้ำยาไดอะลัยซิส (COMPARATIVE STUDY OF EQUILIBRATED KT/V OF RATE ADJUSTMENT METHOD TO MODIFIED DIRECT DIALYSATE QUANTITATIVE METHOD) อ. ที่ปรึกษา : ศ. นพ. เกรียง ตั้งสง่า, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ. นพ. สมชาย เอี่ยมอ่อง ; 67 หน้า. ISBN 974-331-746-5.

ที่มาและเหตุผล การประเมินความเพียงพอของการฟอกเลือดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีฟอกเลือด วิธีประเมินความเพียงพอของการฟอกเลือดจะดูจากสัดส่วนการขจัด urea ออกจากร่างกายโดยเทียบกับปริมาตรการกระจายของยูเรีย นั่นคือค่า Kt/V เพื่อไม่ให้มีผลกระทบจากภาวะ urea rebound จะใช้ค่า equilibrated BUN ซึ่งได้จากการเจาะเลือดหลังเสร็จสิ้นการฟอกเลือด 30-60 นาที ในการคำนวณเพื่อให้ได้ค่า equilibrated Kt/V (eKt/V) แม้ว่าค่า eKt/V สามารถคำนวณได้หลายวิธี แต่วิธีมาตรฐานมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ วิธี rate adjustment เป็นวิธีใหม่ที่ปรับค่า variable volume, single pool Kt/V โดยใช้สมการเชิงเส้น ซึ่งความชันของสมการสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการฟอกเลือด (K/V) อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลของการใช้วิธีนี้ในผู้ป่วยที่รับการฟอกเลือด 2 ครั้งต่อสัปดาห์

วิธีการศึกษา ค่า Kt/V ในผู้ป่วยที่รับการฟอกเลือด 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยใช้วิธีคำนวณ 4 วิธี รวม 6 ค่า คือ 1) วิธี empirical (Emp), 2) วิธีของ Smye (Sm), 3) วิธี Second generation of natural logarithm ของ Daugirdas โดยใช้ค่า postdialysis BUN และ 30-minute postdialysis BUN (Dau, Dau30), 4) วิธี rate adjustment โดยใช้ค่า postdialysis BUN และ 30-minute postdialysis BUN (Rate, Rate30) นำไปเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานทางด้านเลือดคือ formal variable volume, double pool urea kinetic model (DP) และวิธีมาตรฐานทางด้านไดอะลัยซิสคือ modified Direct Dialysate Quantitative method (mDDQ) ซึ่งเก็บน้ำยาไดอะลัยซิสทั้งหมด (Dtotal) นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังได้เสนอวิธี mDDQ ซึ่งเก็บน้ำยาไดอะลัยซิสเป็นจุดเวลาทุกชั่วโมง (Dspot) เพื่อประเมินค่า Kt/V อีกด้วย

ผลการศึกษา ผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษาได้รับการฟอกเลือดที่เพียงพอ โดยมีค่า Kt/V(Dau30) เท่ากับ 1.91 เมื่อเปรียบเทียบค่า Kt/V จากวิธีต่างๆ กับวิธี mDDQ (Dtotal) วิธีที่มีค่า median ของ absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V จากน้อยไปมากคือ Rate30 (0.10); Dau30, Rate, Sm (มีค่า median ดังกล่าวเท่ากันคือ 0.11); Emp (0.13); Dau (0.35) โดยมีค่า r ตามลำดับดังนี้ 0.962, 0.974, 0.886, 0.793, 0.742, 0.898 และเมื่อเปรียบเทียบค่า Kt/V จากวิธีต่างๆ กับวิธี DP วิธีที่มีค่า median ของ absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V จากน้อยไปมากคือ Rate30 (0.04), Sm (0.17), Emp (0.19), Rate (0.22), Dau30 (0.24), Dau (0.48) โดยมีค่า r ตามลำดับดังนี้ 0.956, 0.75, 0.668, 0.829, 0.958, 0.826 และเมื่อเปรียบเทียบค่า Kt/V ของวิธี Dtotal และ Dspot พบว่ามีค่า median ของ absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V และค่า r เท่ากับ 0.01 และ 0.991 ตามลำดับ

ข้อสรุป 1. ค่า Kt/V โดยวิธี rate adjustment โดยใช้ค่า equilibrated BUN (Rate30) มีความถูกต้องและความสัมพันธ์ที่ดีกับวิธี mDDQ (Dtotal)

2. ค่า Kt/V โดยวิธี mDDQ ที่ใช้วิธีเก็บตัวอย่างน้ำยาไดอะลัยซิสเป็นจุดเวลาทุก 1 ชั่วโมง (Dspot) มีความถูกต้องและความสัมพันธ์ที่ดีกับวิธี mDDQ (Dtotal)

ภาควิชา .....อายุรศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา .....อายุรศาสตร์ / โรคไต..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา .....2541..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4075220230 : MAJOR MEDICINE (NEPHROLOGY)
KEY WORD: HEMODIALYSIS, ADEQUACY OF / EQUILIBRATED KT/V / RATE ADJUSTMENT METHOD

THANIT CHIRANANTHAVAT : COMPARATIVE STUDY OF EQUILIBRATED KT/V OF RATE ADJUSTMENT METHOD TO MODIFIED DIRECT DIALYSATE QUANTITATIVE METHOD. THESIS ADVISOR : PROF. KRIANG TUNGSANGA, M.D. THESIS COADVISOR : PROF. SOMCHAI EIAM-ONG, M.D. 67 PP. ISBN 974-331-746-5.

Background Assessing of the adequacy of hemodialysis is important in caring of the chronic hemodialysis patients. The parameter of adequacy is the fractional of urea removal, normalized to volume of distribution of urea; Kt/V. For the reason of urea rebound, equilibrated BUN from 30-60 minute postdialysis blood is used to achieve equilibrated Kt/V (eKt/V). The standard methods are so cumbersome to practical use, so a number of alternative methods to approximating eKt/V were developed. The rate adjustment method is a new technique, adjusted the variable volume, single pool Kt/V using linear equation with its slope relate to the rate of dialysis (K/V). However the application of this method in 2 times per week hemodialysis patients has not been established.

Method Approximating Kt/V of 2 times per week hemodialysis patients by 4 methods of 6 Kt/V values: 1) Empirical method (Emp), 2) Smye method (Sm), 3) Second generation of natural logarithm of Daugirdas using postdialysis BUN and 30-minute postdialysis BUN (Dau, Dau30), 4) Rate adjustment method using postdialysis BUN และ 30-minute postdialysis BUN (Rate, Rate30). Comparing these Kt/V to the blood side standard method [formal variable volume, double pool urea kinetic model (DP)] and to the dialysate side standard method [modified Direct Dialysate Quantitative method (mDDQ) using the total collection of dialysate (Dtotal)]. The study also introduces mDDQ method using hourly sampling of dialysate (Dspot) to approximating Kt/V.

Result The studied patients had adequate hemodialysis doses, mean Kt/V(Dau30) were 1.91. Comparing to the blood side standard method, methods that have the median absolute difference between Kt/V in order from the least were Rate30 (0.10); Dau30, Rate, Sm (0.11); Emp (0.13); Dau (0.35) and their r values were 0.962, 0.974, 0.886, 0.793, 0.742, 0.898 respectively. Comparing to the dialysate side standard method, methods that have the median absolute difference between Kt/V in order from the least were Rate30 (0.04), Sm (0.17), Emp (0.19), Rate (0.22), Dau30 (0.24), Dau (0.48) and their r values were 0.956, 0.75, 0.668, 0.829, 0.958, 0.826 respectively. The Kt/V by mDDQ (Dspot) correlated well with Kt/V by mDDQ (Dtotal), the median absolute difference between Kt/V and r were 0.01 and 0.991 respectively.

Conclusion 1. The rate adjustment method using equilibrated BUN (Rate30) had good accuracy and correlation with the mDDQ (Dtotal).

2. The mDDQ using hourly sampling of dialysate (Dspot) had good accuracy and correlation with the mDDQ (Dtotal).

ภาควิชา อายุรศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา อายุรศาสตร์ / โรคไต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของบุคคลเหล่านี้

ศาสตราจารย์นายแพทย์ เกรียง ตั้งสง่า ซึ่งเป็นผู้ที่ให้แนวทาง ดูแล และให้ข้อแนะนำ ข้อคิดเห็นในการทำวิจัย ตลอดจนให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้านด้วยความเป็นครูอย่างแท้จริง

ศาสตราจารย์นายแพทย์ สมชาย เอี่ยมอ่อง ซึ่งเป็นผู้ที่ให้คำชี้แนะถึงรูปแบบงานวิจัยให้มีความเหมาะสมและความเด่นชัด คอยติดตาม สอบถามถึงปัญหา และพร้อมที่จะช่วยเหลือในทุกๆ ด้านอย่างเต็มที่

นาย ทศพล ธนะทิพานนท์ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถสูง และมีจิตใจพร้อมที่จะช่วยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณค่า Kt/V ตามวิธี numerical iterative solution ของ variable volume, double pool urea kinetic model ด้วยความอดทนพร้อมที่จะทำความเข้าใจรูปแบบและวิธีคิดของการฟอกเลือด และยินดีที่จะร่วมพัฒนาโปรแกรมให้มีลักษณะที่ใช้ง่ายยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต เพื่อให้เหมาะสมกับบุคลากรห้องไตเทียมทั่วไป

แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์โรคไต ที่มีจิตใจเอื้อเฟื้อ พร้อมที่จะช่วยเหลืองานวิจัยอย่างดีในหลายๆ ด้านตลอดมา

พยาบาลและเจ้าหน้าที่ห้องไตเทียม ที่พร้อมจะช่วยเหลือทั้งในด้านกำลังใจและกำลังกาย ในการเก็บตัวอย่างของงานวิจัยนี้อย่างดียิ่ง อย่างเต็มใจและเต็มที่ จนงานวิจัยนี้สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดขอขอบคุณ ผู้ป่วยฟอกเลือดทุกท่านที่ให้ความร่วมมือให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยความเต็มใจและความร่วมมืออย่างดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญภาพ.....ฌ
คำย่อ.....ฎ
บทที่
1. บทนำ.....1
2. การปริทัศน์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....4
3. ระเบียบวิธีการวิจัย.....19
4. ผลการวิจัย.....24
5. อภิปรายผลการวิจัย.....40
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....43
รายการอ้างอิง.....44
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก.....47
ภาคผนวก ข.....49
ภาคผนวก ค.....50
ภาคผนวก ง.....66
ประวัติผู้เขียน.....67

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของผู้ป่วยที่ทำการศึกษา.....24
ตารางที่ 4.2 ลักษณะของวิธีการ hemodialysis ที่ทำการศึกษา.....25
ตารางที่ 4.3 ค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ 26
ตารางที่ 4.4 ค่า correlation coefficient ของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี VVDP UKM.....35
ตารางที่ 4.5 ค่า correlation coefficient ของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี mDDQ (Dtotal) 36
ตารางที่ 4.6 ค่า absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี VVDP UKM.....37
ตารางที่ 4.7 ค่า absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี mDDQ (Dtotal) 38
ตารางที่ 4.8 ค่า median ของ absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี VVDP UKM.....39
ตารางที่ 4.9 ค่า median ของ absolute ของความแตกต่างของค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีต่าง ๆ กับวิธี mDDQ (Dtotal) 39

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงแบบจำลองของ FVSP UKM.....8

ภาพที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ C และ t.....8

ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงแบบจำลองของ VVSP UKM.....10

ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงแบบจำลองของ VVDP UKM.....10

ภาพที่ 3.1 สรุปแนวทางการวิจัย.....23

ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี empirical (EMP) กับวิธี VVDP UKM (DP).....28

ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี secondary generation of natural logarithm ของ Daugirdas ที่คำนวณโดยใช้ immediate postdialysis BUN (Dau) กับวิธี VVDP UKM (DP).....28

ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี secondary generation of natural logarithm ของ Daugirdas ที่คำนวณโดยใช้ 30-minute postdialysis BUN (Dau30) กับวิธี VVDP UKM (DP).....29

ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีของ Smye(Sm) กับวิธี VVDP UKM (DP).....29

ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี Rate adjustment ที่คำนวณโดยใช้ immediate postdialysis BUN (Rate) กับวิธี VVDP UKM(DP).....30

ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี Rate adjustment ที่คำนวณโดยใช้ 30-minute postdialysis BUN (Rate30) กับวิธี VVDP UKM (DP).....30

ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี mDDQ โดยใช้วิธีเก็บน้ำยาไดอะลัยซิสทั้งหมด (Dtotal) กับวิธี VVDP UKM (DP).....31

ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี mDDQ โดยคำนวณปริมาณยูเรียที่ถูกขจัดออกโดยใช้ส่งตัวอย่างจากน้ำยาไดอะลัยซิสทุก 1 ชั่วโมง แล้วนำค่ามา integrate จากเส้นแนวโน้มที่ได้จากวิธีการทาง exponential (Dspot) กับวิธี VVDP UKM (DP).....31

ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี empirical (EMP) กับวิธี mDDQ (Dtotal).....32

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี secondary generation of natural logarithm ของ Daugirdas ที่คำนวณโดยใช้ immediate postdialysis BUN (Dau) กับวิธี mDDQ (Dtotal)……..……..……..……..32

ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี secondary generation of natural logarithm ของ Daugirdas ที่คำนวณโดยใช้ 30-minute postdialysis BUN (Dau30) กับวิธี mDDQ (Dtotal)……..……..33

ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธีของ Smye(Sm) กับวิธี mDDQ (Dtotal)……..……..……..……..29

ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี Rate adjustment ที่คำนวณโดยใช้ immediate postdialysis BUN (Rate) กับวิธี mDDQ (Dtotal)……..…..34

ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี Rate adjustment ที่คำนวณโดยใช้ 30-minute postdialysis BUN (Rate30) กับวิธี mDDQ (Dtotal)…….34

ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kt/V ที่คำนวณได้จากวิธี mDDQ (Dspot) กับวิธี mDDQ (Dtotal)……..……..35

ภาพที่ 5.1 ความแตกต่างระหว่างวิธี Rate และ Rate30 ในการตัดผลกวนของการเกิด urea rebound ในส่วนของ compartment effect……..42

คำย่อและหน่วย

คำย่อ	ความหมาย	หน่วย
K	Dialyzer urea clearance	ml/min
t	ระยะเวลาทำ Hemodialysis	minute, hour
V	Volume of Distribution of Urea	ml, litre
C_t	postdialysis BUN	mg/dl
C_0	predialysis BUN	mg/dl
UF	ปริมาตร ultrafiltrate	ml , litre
W	postdialysis weight	kilogram
C_{eq}	equilibrated BUN	mg/dl
C_s	BUN ที่ 70 นาทีหลังเริ่ม HD	mg/dl
t_s	เวลาที่ 70 นาทีหลังเริ่ม HD	minute
t_{id}	ระยะเวลาระหว่างการทำ HD แต่ละครั้ง	minute
C_{02}	predialysis BUN ครั้งต่อไป	mg/dl
TAC urea	time average concentration of urea	mg/dl
G	urea generation rate	mg/min
V_I	Intracellular water volume	ml, litre
V_E	Extracellular water volume	ml, litre
K_{CU}	whole body cell mass transfer coefficient	ml/min
K_{cf}	whole body cell UF coefficient	ml/min/mmHg
Q_P	plasma flow rate	ml/min
Q_B	blood flow rate	ml/min
Q_f	ultrafiltration rate	ml/min
C_A	ระดับ BUN จาก arterial port	mg/dl
C_V	ระดับ BUN จาก venous port	mg/dl
U	ปริมาณ urea ที่ถูกขจัดออกในน้ำยาไดอะลัยซิสทั้งหมด	mg
Un	ปริมาณ urea ที่ถูกขจัดออกในน้ำยาไดอะลัยซิสในแต่ละชั่วโมง	mg
Wtg	interdialytic weight gain	Gram, kilogram

คำย่อและหน่วย (ต่อ)

คำย่อ	ความหมาย	หน่วย
C_u	ระดับ urea ในปัสสาวะ	mg/ml
V_u	ปริมาตรปัสสาวะ	ml, litre
C_{tcorr}	ระดับของ BUN rebound หลังเสร็จสิ้น HD ครั้งที่แล้ว 30 นาที	mg/ml
HD	Hemodialysis	
Kt/V	สัดส่วนการขจัด urea ออกจากร่างกาย โดยเทียบกับปริมาตรการกระจายของ urea	
UKM	Urea kinetic model	
FVSP UKM	Fixed volume , single pool UKM	
VVSP UKM	Variable volume , single pool UKM	
VVDP UKM	Variable volume , double pool UKM	
spKt/V	Single pool Kt/V	
eKt/V	Equilibrated Kt/V	
R	C_t / C_0	
Ln	natural logarithm	
Exp	exponential	
URR	urea reduction ratio	
PRC	percent reduction in urea concentration	
AR	Access recirculation	
CPR	Cardiopulmonary recirculation	
Hct	ระดับ hematocrit	
BEI	bioelectrical impedance	
mDDQ	modified direct dialysate quantitative method	
Emp	Empirical method	
Dau	Second generation of natural logarithm ของ Daugirdas คำนวณจาก immediate postdialysis BUN	

คำย่อและหน่วย (ต่อ)

คำย่อ	ความหมาย	หน่วย
Dau30	Second generation of natural logarithm ของ Daugirdas คำนวณจาก 30-minute postdialysis BUN	
Dtotal	mDDQ method ที่คำนวณค่าปริมาณ urea ที่ถูกขจัดออกทั้งหมด (U) จาก ผลคูณของค่าระดับ urea ที่ได้จากน้ำ dialysate ทั้งหมดกับปริมาตรน้ำ dialysate ทั้งหมด	
Dspot	mDDQ method ที่คำนวณปริมาณ urea ที่ถูกขจัดออกทั้งหมด (U) จากการ integrate สมการของเส้นแนวโน้ม (trendlines) ที่สร้างจากการ plot กราฟระหว่างค่าปริมาณ urea ที่ถูกขจัดออกในแต่ละชั่วโมง (Un) กับเวลา	
Sm	Smye method	
Rate	Rate adjustment method ที่คำนวณจาก immediate postdialysis BUN	
Rate30	Rate adjustment method ที่คำนวณจาก 30-minute postdialysis BUN	